

TWÓRCZOŚĆ NAUKOWA PROFESORA WACŁAWA OLSZAKA

MICHAŁ ŻYCZKOWSKI. (KRAKÓW)

Trudno jest pokusić się o dokonanie próby podsumowania twórczości naukowej badacza tak stale czynnego i często publikującego, jak profesor WACŁAW OLSZAK. Jeszcze kilka lat temu opracowanie takie byłoby inne, uboższe nie tylko o poszczególne prace, ale nawet o całe działy twórczości; niewątpliwie za kilka następnych lat wzbogaci się o inne działy, dziś właśnie znajdujące się na naukowym warsztacie Autora. Tak więc niniejsza próba syntezy może pretendować jedynie do ujęcia dorobku na obecnym etapie twórczości.

Niezwykle rozległą twórczość naukową profesora OLSZAKA ujmiemy w pięciu podstawowych działach: teoria sprężystości, teoria plastyczności, reologia, mechanika gruntów — ośrodków sypkich i spoiстых, oraz teoria żelbetu i konstrukcji wstępnie sprężonych. Z działów tych należy szczególnie wyróżnić teorię plastyczności. W okresie międzywojennym i w pierwszych latach po drugiej wojnie światowej teoria sprężystości była w Polsce stosunkowo silnie rozwinięta, głównie dzięki działalności profesora M. T. HUBERA, natomiast teoria plastyczności stanowiła w naszym kraju dziedzinę praktycznie nietkniętą. M. T. HUBER, formułując swoją hipotezę energii odkształcenia postaciowego, przyczynił się do stworzenia podstaw teorii plastyczności, jednakże sam rozwijał dalej zagadnienia tej teorii w niewielkim stopniu. Powstanie polskiej szkoły teorii plastyczności należy przypisać właśnie profesorowi W. OLSZAKOWI, który począwszy od r. 1953 opublikował sto kilkadziesiąt prac z tej dziedziny, własnych lub z ponad 20 współautorami. Prace te zostały następnie podsumowane w opracowanych zbiorowo monografiach [5], [6], [7], [8] i [10]. Wielkim osiągnięciem Autora było również zorganizowanie w r. 1958 sympozjum Międzynarodowej Unii Mechaniki (IUTAM), pt. «Niejednorodność w teorii sprężystości i plastyczności» i zredagowanie książki zjazdowej, wydanej wspólnie przez PWN i Pergamon Press. Wydawnictwo to zostało przyjęte niezwykle przychylnie, a recenzent książki w *Applied Mechanics Reviews*, prof. A. KOCHENDORFER, stwierdził, że zainicjowana przez prof. OLSZAKA przed kilkunastu laty teoria niejednorodności sprężystej i plastycznej owocuje dziś w skali światowej.

Całkowicie nowatorskie są również prace z zakresu reologii i teorii konstrukcji wstępnie sprężonych — dziedzin niemal nie uprawianych w Polsce w poprzednim okresie. I tu również można mówić o stworzeniu polskiej szkoły: ogółem, ze wszystkich dziedzin, profesor OLSZAK opublikował prace wspólne z 42 współautorami, a monografie z zakresu konstrukcji sprężonych, [3], [4], i [9], stanowią trwale pozycje w skali światowej.

Przytoczyliśmy tu celowo liczby współautorów profesora OLSZAKA. Liczby te cho w pewnym stopniu odzwierciedlają niezwykłą umiejętność Autora tworzenia zespołów naukowych i organizowania pracy zespołowej, tak niezbędnej dla zbudowania nowoczesnej szkoły naukowej.

1. Teoria sprężystości

W pierwszym okresie twórczości naukowej profesora OLSZAKA dominowała — obok prac poświęconych konstrukcjom inżynierskim — teoria sprężystości. Kilkadziesiąt prac z zakresu teorii sprężystości można podzielić na trzy zasadnicze grupy: ogólna teoria zagadnień płaskich, zastosowanie metody inwersji i problemy nieklasyczne teorii sprężystości (anizotropia, niejednorodność, fizykalna nieliniowość).

Prace z dziedziny ogólnej teorii płaskiego stanu naprężenia i płaskiego stanu odkształcenia w zakresie sprężystym zostały rozpoczęte opracowaniem monograficznym [2] z r. 1934 i publikacjami [22] i [25] z r. 1936. Szczególnie wiele uwagi poświęcił Autor ponadto jednolitemu ujęciu obu typów zagadnień płaskich, [47], [56], [64], [65]. Wprowadzona przezeń koncepcja uogólnionego współczynnika Poissona została włączona przez M. T. HUBERA do jego *Teorii Sprężystości* już w r. 1948. Profesor OLSZAK podał również ogólną metodę rozwiązania dla obszarów wielospójnych i liczne przykłady.

Podstawy teoretyczne metody inwersji w zastosowaniu do zagadnień płaskich teorii sprężystości zostały sformułowane w monografiach [1] i [2] oraz w najczęściej cytowanej pracy [19], opublikowanej w *Ingenieur-Archiv* w r. 1935. Do ich upowszechnienia przyczynił się niewątpliwie prof. Ludwik FÖPPL (syn), który metodzie stosowanej przez Autora i uzyskanym przez niego wynikom poświęcił wiele uwagi w III tomie swej znanej monografii *Drang und Zwang*. Powtórzyła się tu w pewnej mierze sytuacja sprzed lat dwudziestu, gdy August FÖPPL (ojciec) podobną przysługę wyświadczył M. T. HUBEROWI, udostępniając wyniki jego badań (głównie na temat termosprężystości, teorii twardości i kryterium plastyczności) szerokim kręgom czytelników swego świetnego pięciotomowego podręcznika *Technische Mechanik*, którego dziesiątki nakładów rozchwytywane były błyskawicznie przez pracowników nauki i inżynierów różnych specjalności i były wszystkie rekordy w dziedzinie literatury naukowej.

Metoda inwersji należy do grupy metod odwzorowań konforemnych i umożliwia przekształcenie takich obszarów dwuspójnych, jak pierścień kołowy mimośrodowy lub półpłaszczyzna z otworem kołowym, w obszar pierścienia współśrodkowego, dla którego rozwiązania podstawowych zagadnień teorii sprężystości są znane. Powyższe prace Profesora OLSZAKA stały się podstawą dalszych badań w tej dziedzinie, w szczególności opublikowanych wspólnie z Z. MROZEM prac [107], [120] i [265], dotyczących zastosowania metody inwersji w teorii płyt. Autorzy rozważali płyty kołowe z mimośrodowym otworem kołowym przy różnych warunkach podparcia i obciążenia oraz podali kilka przykładów obliczeń numerycznych. O licznych pracach stosujących metodę inwersji w teorii plastyczności wspomniemy oddzielnie.

Autor poświęcił również uwagę cylindrom grubościennym i pierścieniom współśrodkowym, stanowiącym punkt wyjścia dla metody inwersji. Prace [30] i [36] dotyczą optymalnego projektowania takich ustrojów, mianowicie możliwego wyrównania naprężeń obwodowych.

Najlichniesze prace z zakresu teorii sprężystości dotyczą jednak zagadnień nieklasycznych, w szczególności anizotropii sprężystej. Pierwszą była tu praca [24] z r. 1936, poświęcona tarczom i cylindrom o ortotropii walcowej. Dalsze rozwinięcie tej tematyki przynosi praca [42], referowana na VI Kongresie Mechaniki Stosowanej w Paryżu w r. 1946. Praca [73] omawia teoretyczne i praktyczne aspekty anizotropii sprężystej. Podstawy teoretyczne samonaprężeń w ośrodkach anizotropowych ujęte zostały w pracach [63] i [66]. Liczne prace poświęcił Autor zastosowaniom teorii sprężystości ciał anizotropowych: w pracy [68] uogólniono problem C. Webera dużych odkształceń przy skręcaniu prętów niekołowych na przypadek anizotropii; dalsze rozwinięcie tego zagadnienia podaje praca [198], w której uwzględniono równocześnie działanie siły podłużnej; w pracach [75] i [245] podano analogię matematyczną dla skręcania prętów anizotropowych i rozpatrzono liczne przykłady, natomiast prace [76], [96], [246] i [257], napisane wspólnie z J. NOWIŃSKIM i W. URBANOWSKIM, poświęcone są zagadnieniom termosprężystym w przypadku anizotropii krzywoliniowej.

Dalsze prace dotyczą teorii sprężystości ciał fizykalnie nieliniowych i niejednorodnych. Podstawy teorii nieliniowości fizykalnej sformułował Autor wspólnie z J. NOWIŃSKIM w pracach [84] i [250], przyjmując hipotezę niezmienności współczynnika Poissona. Prace [94] i [256], napisane wspólnie z M. ŻYCKOWSKIM, podają klasyfikację problematyki jednoczesnej niejednorodności i fizykalnej nieliniowości i kilka rozwiązań szczegółowych. Zagadnieniu klina sprężystego i płaszczyzny nieograniczonej w przypadku niejednorodności i jednoczesnej fizykalnej nieliniowości poświęcono opracowaną wspólnie z J. MURZEWSKIM pracę [242]. Zagadnieniami niejednorodności sprężystej i stanami poprzedzającymi uplastycznienie zajmują się wspólnie z J. RYCHLEWSKIM (prace [169] i [232]).

2. Teoria plastyczności

Jak już wspomnieliśmy w uwagach wstępnych, teoria plastyczności została zapoczątkowana przez profesora OLSZAKA dopiero w latach pięćdziesiątych, jednak rozwijana z dużym rozmachem i licznym gronem współpracowników stała się szybko czołową dziedziną twórczości Autora. Pierwsze prace z r. 1953 dotyczyły ogólnych zagadnień nośności granicznej [80] oraz nośności granicznej prętów ortotropowych [77], [81]. W dalszych swych pracach rozwijał Autor głównie nieklasyczne kierunki teorii plastyczności, mianowicie teorie ciał anizotropowych i niejednorodnych.

Najszerzy zasięg mają prace z zakresu teorii ciał plastycznych niejednorodnych. Opublikowane w r. 1954 prace [85], [87], [251], [252], [253] i [255], podające klasyfikację niejednorodności plastycznej i podstawowe równania w nawiązaniu do teorii małych odkształceń sprężysto-plastycznych i teorii płynięcia plastycznego, stały się punktem wyjścia dla wieloletnich, obszernych badań w tej dziedzinie, prowadzonych przez W. OLSZAKA i Jego Szkołę.

Pojęcie niejednorodności plastycznej nie tylko jest bogate w treść fizykalną i poznawczą, pozwala bowiem ująć zmienne z miejscem cechy mechaniczne ośrodka, co z reguły odzwierciedla realne warunki szerokiej klasy rozpatrywanych procesów; otwiera ono ponadto interesujące jeszcze możliwości badawcze: Autor wykazał bowiem, że pojęcie niejednorodności mechanicznej może być wykorzystane w opracowaniu nowej metody poszuki-

wania rozwiązań efektywnych w dziedzinie zagadnień równowagi sprężysto-plastycznej i plastycznego płynięcia. Jedną z głównych trudności, którą nastęrcza teoria plastyczności, wynika z nieliniowego charakteru jej podstawowych zależności, które tylko wyjątkowo pozwalają na bezpośrednie ich całkowanie. Z drugiej strony dopuszczenie pewnych typów funkcji niejednorodnościowych prowadzić może do uzyskania rozwiązań ścisłych rozpatrywanych zagadnień. Zważyć przy tym należy, że do tych funkcji z reguły wprowadzić można parametry swobodne, których wartości następnie określa się w ten sposób, by zbliżyć się możliwie najbardziej do aktualnych warunków rzeczywistych, a więc np. z warunku minimalnego odchylenia od jednorodności czy też niejednorodności określonego typu.

Różnica w stosunku do podejścia klasycznego polega tu więc na tym, że zamiast ścisłych założeń fizykalnych i przybliżonych rozwiązań formalnych, wprowadzamy model fizykalnie przybliżony, dla którego znajdujemy rozwiązanie ścisłe. Może to być rzeczą bardziej korzystną i prowadzić do informacji pełniejszych, aniżeli rozpatrywanie modelu fizykalnie ścisłego, dla którego jednak rozwiązanie poszukiwane być musi dla każdorazowo aktualnych warunków szczególnych w drodze pracochłonnych metod numerycznych. Dodać należy, że metoda Autora umożliwia ocenę błędu przez zawarcie rozwiązania między kresami dolnym i górnym.

Dopuszczenie występowania niejednorodności materiału ma drugi jeszcze, choć spokrewniony, aspekt: stwarza możliwość stosowania metody odwrotnej, polegającej na założeniu pola naprężeń i poszukiwaniu odpowiedniego rozkładu niejednorodności. Metoda taka może służyć bądź do poszukiwania niejednorodności optymalnej ze względów wytrzymałościowych, bądź też do spełnienia innych kryteriów optymalizacyjnych. Jedną i drugą bardzo efektywną metodę stosował Autor wielokrotnie, i to zarówno w rozpatrywaniu zagadnień z dziedziny teorii plastyczności, jak też uprzednio już w teorii sprężystości.

Omówimy z kolei krótko ważniejsze prace poświęcone niejednorodności plastycznej, ograniczając się chwilowo do ciał izotropowych; problemy anizotropii plastycznej zostaną ujęte oddzielnie. Prace [97], [105], [258] i [259], opublikowane wspólnie z W. URBANOWSKIM, dotyczą niejednorodnych walców grubościennych i grubościennych powłok kulistych w zakresie sprężysto-plastycznym. Założono dowolną, ale zależną jedynie od współrzędnej promieniowej r , niejednorodność materiału zarówno w strefie sprężystej, jak i plastycznej, i poddano szczegółowym badaniom kolejność występowania uplastycznienia; określono również rozkład niejednorodności, odpowiadający jednoczesnemu uplastycznieniu się całego badanego elementu. Opublikowane wspólnie z J. MURZEWSKIM i J. GOLECKIM prace [103], [113] i [260], poświęcone są uplastycznianiu niejednorodnej półpłaszczyzny pod działaniem siły skupionej; zbadano, przy jakich typach niejednorodności występuje radialny rozkład naprężeń w półpłaszczyźnie i podano kilka rozwiązań szczegółowych przy założeniu liniowego wzmocnienia plastycznego.

Profesor OLSZAK jako pierwszy wprowadził metodę odwzorowania konforemnego do teorii plastyczności. Poświęcił on w szczególności liczne prace zastosowaniu metody inwersji w teorii ciał plastycznych niejednorodnych. Zastosowanie tej metody ograniczone jest co prawda do pewnych tylko typów niejednorodności, ale prowadzi do efektywnych rozwiązań niektórych trudnych zagadnień teorii plastyczności. Podstawy teoretyczne metody ujął Autor w pracach [130] i [168], uogólniając w ten istotny sposób swą pracę

[19] z r. 1935. Określono dopuszczalną klasę niejednorodności i podano rozwiązanie dla półpłaszczyzny z otworem kołowym. Prace [274] i [275] poświęcono mimośrodowemu cylindrowi kołowemu; w przypadku materiału jednorodnego można było uzyskiwać rozwiązania jedynie na drodze numerycznej, natomiast w powyższych pracach Autor podał stosunkowo proste rozwiązanie analityczne.

Dalsze prace z zakresu zastosowania metody inwersji w teorii plastyczności opublikowane zostały wspólnie z S. ZAHORSKIM. W pracy [158] badano mimośrodowy pierścień rozcięty pod działaniem obciążeń powierzchniowych, poddano analizie pięć typów niejednorodności oraz zastosowano inwersję wewnętrzną i zewnętrzną. W pracach [170], [176], [184], [282] i [283] badano procesy quasi-ustalone i zastosowano metodę odwrotną, dzięki której daje się uzyskać rozwiązania przybliżone dla szerokiej klasy możliwych niejednorodności materiału. Zagadnienia te przedstawiono również na X Międzynarodowym Kongresie Mechaniki w Stresie w roku 1960.

Z innych prac poświęconych teorii plastyczności izotropowych materiałów niejednorodnych wymienimy pracę [163], analizującą zakres sprężysto-plastyczny i nośność graniczną niejednorodnych konstrukcji mostowych, pracę wspólną z J. RYCHLEWSKIM [180], badającą własności geometryczne pól naprężeń w przypadku płaskiego stanu naprężenia oraz pracę [197], referowaną z tym samym współautorem na sympozjum IUTAM w Tbilisi, a rozważającą płaskie stany plastyczne spełniające równanie biharmoniczne. Autorzy pokazali, że własności ogólne linii poślizgu ośrodków niejednorodnych pozwalają poszukiwać rozwiązań przez zastosowanie metod odwrotnych i półodwrotnych. Wspólna z Z. WESOŁOWSKIM praca [241] dotyczy niejednorodnych konstrukcji łukowych. Liczne artykuły podają ogólny przegląd problematyki niejednorodności plastycznej i dorobku polskiego w tej dziedzinie; wymienimy tu prace [110], [112], [127], [137], [146], [151], [194]. Praca [137], opublikowana wspólnie z W. URBANOWSKIM w ramach książki zjazdowej sympozjum IUTAM niejednorodności w teorii sprężystości i plastyczności, została we wspomnianej już recenzji prof. A. KOCHENDÖRFFERA w «Applied Mechanics Reviews» oceniona jako wzorowe przedstawienie dorobku w tej dziedzinie.

Prace z zakresu niejednorodności plastycznej były przez licznych współpracowników profesora OLSZAKA rozwijane dalej w publikacjach samodzielnych. Przykładowo wymienimy tu tylko obszerny cykl prac J. RYCHLEWSKIEGO, poświęcony teorii plastyczności ciał o niejednorodności skokowej.

Dalszym dziełem nieklasycznej teorii plastyczności, szeroko rozwiniętym przez profesora OLSZAKA i Jego Szkołę, jest teoria ciał plastycznie anizotropowych, a szczególnie jednocześnie anizotropowych i niejednorodnych. Oparcie się o założenia wyjściowe tak ogólne ma na celu stworzenie teorii możliwie wiernie odzwierciedlającej rzeczywiste makrowłasności materiału. Podejście takie pozwala objąć programem badań zjawiska nowe i poszukiwać licznych rozwiązań, które — w ciaśniejszych ramach teorii klasycznej — były dla nich dotychczas niedostępne. Liczne są również zastosowania techniczne, i to zarówno w zakresie konstrukcji inżynierskich, jak i mechanicznych oraz lotniczych. Rzecz jasna, że układy w strukturze jednorodnej (lub izotropowej) mieszczą się w takiej analizie jako przypadki szczególne. Do pierwszych prac z powyższego zakresu dały impuls, podobnie zresztą jak już uprzednio w stosunku do ustrojów izotropowych, zagadnienia nośności granicznej płyt, w szczególności płyt ortotropowych, [77], [79], [81], [88], [108],

[109], [247]. Teoria nośności granicznej płyt, rozwinięta przez K. JOHANSENA i A. A. GWOZDIEWA, została w tych pracach uogólniona na ważny technicznie przypadek anizotropii ortogonalnej związany np. ze zbrojeniem odmienniej mocy w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach. Jednakże podstawą znacznie rozleglejszych badań, dotyczących ośrodka trójwymiarowego, stała się dopiero seria prac opublikowanych w r. 1956 wspólnie z W. URBANOWSKIM.

W pracach [102], [104], [111], [261], [262] i [263], referowanych na IX Międzynarodowym Kongresie Mechaniki w Brukseli, Autorzy uogólnili sformułowaną przez R. MISESA koncepcję potencjału plastycznego na przypadek niejednorodności i jednoczesnej dowolnej anizotropii krzywoliniowej. Wprowadzono pojęcie tensora modułów plastyczności dla ogólnej anizotropii i zbadano szereg przypadków szczególnych; uogólniono również hipotezę energii odkształcenia postaciowego na przypadek ciał anizotropowych, wyodrębniając tę klasę materiałów anizotropowych, dla których rozkład energii na objętościową i postaciową daje się przeprowadzić. Autorzy wprowadzili następnie funkcje naprężeń we współrzędnych Lamégo; praca [102] zawiera tablice zestawieniowe dla różnych typowych układów współrzędnych. Dalsze rozwinięcie ogólnej teorii zawierają prace [145] i [199].

Przypadki płaskie teorii plastyczności niejednorodnych ciał anizotropowych zostały zbadane szczegółowo w pracach W. OLSZAKA, P. PERZYNY i Cz. SZYMAŃSKIEGO [121], [270], [271]. Autorzy stwierdzili, że przy rozpatrywaniu ciał anizotropowych przez problemy płaskie można rozumieć cztery różne przypadki: gdy przyrosty naprężeń zależą tylko od dwóch zmiennych w rozpatrywanej płaszczyźnie, gdy nie występują odkształcenia normalne do płaszczyzny, gdy zarówno odkształcenia podłużne, jak i kątowe leżą w rozpatrywanej płaszczyźnie, wreszcie gdy mamy do czynienia z płaskim stanem naprężenia w klasycznym sensie. Rozpatrzono szczególne przypadki anizotropii monoklinicznej, ortotropii i izotropii poprzecznej. Dalsze rozwinięcie tej tematyki przynosi praca wspólna z W. URBANOWSKIM [134].

Niezwykle ważne prace podstawowe z zakresu jednoczesnej niejednorodności i anizotropii plastycznej dotyczą sformułowania zasad wariacyjnych dla takich ośrodków. Odnośne twierdzenia wykazano w pracach wspólnych z P. PERZYNA [124], [266], [267], przy założeniu izotropowego wzmocnienia plastycznego i istnienia potencjału plastycznego. Prace [132], [138] i [272] formułują bardziej szczegółowo kryterium stosowności wykazanych twierdzeń. Twierdzenia te umożliwiły uzyskanie przybliżonych oszacowań dla licznych trudniejszych zagadnień, nie rokujących nadziei na rozwiązanie ścisłe.

Wiele prac poświęcił profesor OLSZAK zastosowaniom teorii niejednorodnych ciał anizotropowych. Wykorzystując wyniki swych pierwszych prac z lat 1953 i 1954 dotyczących podstaw teorii nośności granicznej płyt [77], [80], [81], [88]. Autor podał szereg rozwiązań z zakresu zastosowań ogólnego typu ustrojów płytowych o różnorodnych ukształtowaniach, przy uwzględnieniu różnorodnych warunków brzegowych i poddanych działaniu różnego rodzaju obciążeń, jak również z zakresu zastosowań konstrukcji powłokowych. I tak sprężysto-plastycznemu zginaniu płyt kołowych poświęcone są opublikowane w r. 1957 wspólne z J. MURZEWSKIM prace [122], [123], [125], [268] i [269]. W pracach tych uwzględniono niejednorodność sprężystą i plastyczną płyty, zależną od współrzędnej promienio-

wej r , oraz — dopuszczając ściślność materiału — rozważono kilka hipotez odnośnie zmian współczynników odkształcenia poprzecznego w zakresie sprężysto-plastycznym.

Również z r. 1957 pochodzą pierwsze prace, dotyczące niejednorodności i anizotropii powłok plastycznych: praca wspólna z A. SAWCZUKIEM [126] i praca [128], rozważające nośność graniczną cienkościennych powłok obrotowo-symetrycznych. Dalsze badania w tym kierunku przynoszą prace [136], [150], [152], [162], [165] i [166]. Zależności nośności granicznej powłok od przyjętego warunku plastyczności poświęcona jest praca wspólna z A. SAWCZUKIEM [143]. Warunki plastyczności dla przekroju niejednorodnych ortotropowych płyt i powłok zostały sformułowane w pracach W. OLSZAKA i R. SANKARANARAYANANA [188], [285], [288]. Podsumowanie dorobku światowego z dziedziny nośności granicznej i odkształceń sprężysto-plastycznych powłok ze szczególnym uwzględnieniem niejednorodności i anizotropii zawierają wspólny z A. SAWCZUKIEM referat generalny na kongresie w San Francisco [185] oraz prace przeglądowe tychże Autorów [190] i [204] i ich monografia [10]. Prace z dziedziny anizotropowych płyt i powłok plastycznych były również kontynuowane przez licznych współpracowników profesora OLSZAKA. Przykładowo wymienimy tu jedynie prace A. SAWCZUKA, M. KWIECIŃSKIEGO i D. NIEPOSTYNA z teorii płyt, oraz prace A. SAWCZUKA i J. RYCHLEWSKIEGO z teorii powłok.

Z innych zastosowań teorii niejednorodnych ciał anizotropowych należy wymienić serię prac dotyczących plastycznego zginania grubościennego wycinka walcowego. Opublikowane wspólnie z S. ZAHORSKIM prace [140], [147] i [153] uogólniają rozwiązanie zagadnienia Shaffera i House'a na przypadek ortotropii i niejednorodności; założono nieściślność materiału, płaski stan odkształcenia i niejednorodność zależną od współrzędnej promieniowej r . Autorzy określili kolejność tworzenia się stref uplastycznionych, a także rozkład niejednorodności, odpowiadający jednoczesnemu uplastycznieniu całego wycinka.

Wymienione prace nie wyczerpują bogatego dorobku Autora z zakresu teorii plastyczności; liczne pozostałe prace odzwierciedlają szeroki wachlarz Jego zainteresowań. Wymienimy tu np. pracę [106] formułującą zasadę ekstremalną w teorii nośności granicznej płyt i stwierdzającą istnienie analogii matematycznej do teorii stanów granicznych geodynamiki; pracę [144] poświęconą probabilistycznemu ujęciu teorii nośności granicznej; pracę [200] rzucającą nowe światło na szeroko dyskutowaną w literaturze światowej koncepcję istnienia naroża plastycznego; pracę [218] dotyczącą teorii drgań sprężysto-plastycznych. Wspólną z P. PERZYŃĄ pracę [205] referował profesor OLSZAK na XI Międzynarodowym Kongresie Mechaniki w Monachium w r. 1964; Autorzy sformułowali w niej podstawy teorii plastyczności przy warunku plastyczności zależnym w sposób jawny od czasu; zależność taka może być związana np. z nagrzewaniem ciała lub poddaniem go napromieniowaniu. Dalsze rozwinięcie tej tematyki przynosi praca [234].

Niektóre z omówionych rozwiązań zostały potwierdzone przez badania eksperymentalne prowadzone u nas i za granicą, podczas gdy w pracach [100] i [254], napisanych wspólnie z A. SAWCZUKIEM, przedstawiono wyniki weryfikacji doświadczalnej teorii nośności granicznej płyt, ze szczególnym uwzględnieniem płyt ortotropowych. Wiele troski poświęcał Autor udostępnieniu uzyskanych wyników praktyce technicznej i ich licznym zastosowaniom. Dotyczy to w szczególnej mierze projektowania i obliczania konstrukcji inżynierskich [148], [149], [226], [243], [244] oraz teorii nośności granicznej płyt i powłok.

Osobną uwagę wypada poświęcić monografiom z zakresu teorii plastyczności, [5], [6], [7], [8] i [10], opracowanym z zespołami współpracowników. Przedstawiają one liczne nowoczesne działy teorii plastyczności w sposób ścisły, a zarazem możliwie przystępny. Niemal każda z nich została przełożona na jeden lub dwa języki obce, lub inne języki obce (gdy oryginał okazywał się w języku angielskim), co stanowi dobitny wyraz uznania ze strony nauki światowej. Poszczególne wydania znikają przy tym bardzo szybko z półek księgarskich, stanowiąc obecnie jedynie «białe kruki» w sprzedaży antykwarycznej.

Za prace swe w dziedzinie teorii plastyczności Autor wyróżniony został w r. 1966 indywidualną Nagrodą Państwową I Stopnia, a naukowe osiągnięcia grupy jego bliskich współpracowników i waga opracowywanych przez nich zagadnień podkreślone zostały przez przyznanie im w r. 1968 Nagrody Państwowej II stopnia; wyróżnieni zostali profesorowie Z. MRÓZ, P. PERZYNA, J. RYCHLEWSKI, A. SAWCZUK i W. SZCZEPIŃSKI.

3. Reologia

Na zjawiska reologiczne zwrócił WACŁAW OLSZAK uwagę już w okresie przedwojennym, podkreślając ich wielkie znaczenie w teorii konstrukcji inżynierskich [31]. Własne badania naukowe w tym kierunku rozwinął jednak dopiero po podjęciu, w okresie powojennym, szerokiej tematyki w zakresie zjawisk nieodwracalnych; pierwsze jego prace z dziedziny reologii pochodzą z lat pięćdziesiątych. Są to prace wspólne z J. LITWINISZYNEM [78], [248], podające pewien nieliniowy model reologiczny, prace [86], [249] dotyczące reologii elementów uzwojonych, wreszcie prace wspólne z P. PERZYNA [132], [142], [279], formułujące ogólne twierdzenia wariacyjne lepkościowości i precyzujące kryteria ich stosowalności. Zasadniczy jednakże okres twórczości Autora w zakresie reologii przypada na lata sześćdziesiąte. W dążeniu, by wyjść z założeń możliwie ogólnych i rozszerzyć je również na dziedziny nieklasyczne, jak niejednorodność i anizotropia, kierowali się Autorzy intencją, by w rozważaniach swych zbliżyć się możliwie najbardziej do warunków realnych. Wyniki badań podstawowych służyły im następnie jako punkt wyjścia przy rozwiązywaniu szeregu zagadnień do tej pory nie opracowanych, które jednak z punktu widzenia naukowego lub technicznego zasługują na uwagę. Prace z tego okresu można podzielić na dwie zasadnicze grupy: dotyczą one ogólnych zagadnień lepkoplastyczności oraz reologii cienkościennych powłok. Prace dotyczące reologii elementów uzwojonych omówimy w oddzielnym punkcie.

Za pierwszą publikację z lepkoplastyczności można uznać napisaną wspólnie z P. PERZYNA pracę [179], dotyczącą rozchodzenia się fal sferycznych w ośrodkach sprężysto-lepkoplastycznych, referowaną na międzynarodowej konferencji w Marsylii w r. 1962. Zastosowano w niej metodę charakterystyk i określono efektywnie ruch czoła fali. Praca [187] z r. 1963 rozpoczyna serię badań nad stanami krytycznymi, warunkującymi przejście ośrodka ze stanu fizycznie liniowego do stanu nieliniowego i pojawienie się pierwszych odkształceń trwałych typu lepkoplastycznego. Praca ta stanowi uogólnienie koncepcji M. REINERA i K. WEISENBERGA i jest oparta na rozważaniach energetycznych. W pracach [286] i [287] wprowadzono pojęcie wewnętrznych poziomów organizacji poszczególnych elementów sprężystych i lepkich i dla każdego z tych elementów określono odpowiednie kryterium przejścia w stan plastyczny. Interpretację energetyczną stanów krytycznych

podaje praca wspólna z Z. BYCHAWSKIM [213]. Dalsze rozwinięcie tej tematyki stanowi praca [240].

Liczne prace poświęcił profesor OLSZAK równaniom konstytutywnym, charakteryzującym zachowanie się ośrodków sprężysto-lepkoplastycznych, i ogólnej ich teorii. Pierwsze z nich, [193] i [203], napisane wspólnie z P. PERZYŃĄ, dotyczą problematyki gruntów, których własności sprężysto-lepkoplastyczne wykazują wielką różnorodność. Następne prace tych Autorów [211] i [214] rozważają ogólny przypadek materiałów sprężysto-lepkoplastycznych, dopuszczając anizotropię i duże odkształcenie. Dalsze prace [220], [223] i [231] naświetlają procesy sprężysto-lepkoplastyczne z punktu widzenia zasad termodynamiki i dyskutują wynikające stąd ograniczenia. Zjawiska relaksacji w ośrodkach sprężysto-lepkoplastycznych były przedmiotem pracy [225]. Ogólne ujęcie problematyki lepkoplastyczności i przegląd ważniejszych osiągnięć zawierają prace [224] i [235], praca wspólna z Z. BYCHAWSKIM [227] i prace wspólne z P. PERZYŃĄ [228] i [238].

Prace z zakresu reologii powłok należą również w znacznej większości do najnowszego okresu twórczości profesora OLSZAKA. Pierwsze badania z tej dziedziny zostały ujęte w pracach [101] i [161], a przegląd wcześniejszego dorobku światowego zawierają prace wspólne z A. SAWCZUKIEM [185] i [190]. Pełzanie powłok obrotowych w zakresie geometrycznie nieliniowym omawia praca wspólna z Z. BYCHAWSKIM, [212], referowana na symposium IUTAM w Kopenhadze w r. 1967. Dalsze prace z tym samym współautorem rozważają stadium zniszczenia w wyniku dużych ugięć przy pełzaniu powłok, [221], i membran obrotowo symetrycznych [233]; Autorzy zastosowali tu zaproponowane wcześniej kryterium zniszczenia przy pełzaniu [213]. Badania w tym kierunku kontynuowane są w pracy wspólnej z Z. BYCHAWSKIM [239], referowanej na kongresie mechaniki w Warnie.

4. Mechanika gruntów, ośrodki sypkie i spoiste

Analogia formalna, jaka istnieje pomiędzy teorią plastyczności a teorią ośrodków sypkich, inspirowała Autora do rozwinięcia mechaniki gruntów oraz ośrodków sypkich i spoistych, w szczególności ich stanów granicznych. Pojęcie makroniejednorodności okazało się z natury rzeczy nader aktualne. Prace poświęcone problematyce z tym związanej omawiamy oddzielnie z uwagi na ich po części odrębny charakter i odmienne przeznaczenie, choć łączą się one częściowo zarówno ze sprężystością i plastycznością, jak i reologią.

Zainteresowania profesora OLSZAKA w omawianym kierunku — choć o mniejszym zasięgu w porównaniu do innych dziedzin — rozwijały się przez cały okres twórczości. Prace z lat trzydziestych dotyczyły głównie mechaniki gruntów w nawiązaniu do problemów budownictwa inżynierskiego [21]. W latach pięćdziesiątych Autor, rozszerzając krąg swych zainteresowań na teorię ośrodków sypkich i spoistych, uogólnia w pracy [95] koncepcję W. W. SOKOŁOWSKIEGO na przypadek niejednorodności materiału i podaje klasyfikację możliwych typów niejednorodności; w pracy [141] rozważa powierzchnie graniczne w formie paraboloidy obrotowej i stożka kołowego, przy dopuszczeniu niejednorodności jedno- i dwufunkcyjnej. Szczegółowej analizie poddaje przypadek płaskiego stanu odkształcenia.

Ogólniejsze podejście do mechaniki gruntów reprezentują prace wspólne z P. PERZYŃĄ [193], [203], uwzględniające zjawiska reologiczne i traktujące jako materiały sprężysto-lepkoplastyczne; koncepcja taka umożliwiła określenie zjawisk, zachodzących w gruntach z biegiem czasu. Efekty lepkoplastyczne w mechanice gruntów z punktu widzenia problematyki budownictwa inżynierskiego naświetla praca [217], referowana przez Autora na międzynarodowym kongresie w Weimarze w r. 1967.

5. Teoria żelbetu i konstrukcji sprężonych

Teoria żelbetu i konstrukcji sprężonych wraz z zagadnieniami pokrewnymi (tworzenie się rys i szczelin, elementy uzwojone) była rozwijana przez profesora OLSZAKA niemal równomiernie w ciągu całego okresu Jego dotychczasowej twórczości.

Pierwsza praca z teorii żelbetu, dotycząca obliczania wytrzymałości na zginanie belek jedno- i dwustronnie zbrojonych, została opublikowana już w r. 1928 [13]. Wysokociśnieniowym zbrojonym rurociągom żelbetowym poświęcił Autor prace [18], [20], [27] i [39], uwzględniając anizotropię ośrodka i proponując optymalizację zbrojenia. Liczne prace z lat trzydziestych dotyczą zastosowań teorii żelbetu: przy wykonywaniu obudowy górniczej, [23], [26], [28], i przy budowie schronów przeciwlotniczych [29], [34], [35]. Obszerne opracowanie [34] stanowiło rozprawę habilitacyjną Autora. Prace powojenne dotyczą głównie nośności granicznej i reologii konstrukcji żelbetowych [101]; we wspólnej z A. SAWCZUKIEM pracy [173] podano metodę obliczania nośności granicznej zbiorników żelbetowych.

Lata czterdzieste przynoszą szybki rozwój teorii konstrukcji wstępnie sprężonych w skali światowej — profesor OLSZAK należy do pionierów tego typu konstrukcji w Polsce. Po raz pierwszy zwraca w r. 1937 uwagę na podstawowe znaczenie i głęboko sięgające efekty planowego regulowania przepływu sił wewnętrznych w konstrukcjach poprzez zabieg wstępnego ich, sprężania [31], podkreślając zarazem istotną przy tym rolę odkształceń plastycznych i reologicznych. Pierwsza powojenna jego praca z tej dziedziny pochodzi z r. 1946, [43], i dotyczy sprężonych belek i płyt. Praca [46], formułująca teorię elementów sprężonych przy zbrojeniu spiralnym (śrubowym), była przez Autora referowana na VII Międzynarodowym Kongresie Mechaniki w Londynie w r. 1948; rozszerzona wersja tej pracy została opublikowana w Polsce, [55], wyniki dalszych badań przynosi praca [67]. Praca [69] analizuje wpływ własności mechanicznych materiałów na teorię ustrojów sprężonych.

Liczne prace formułują podstawy teoretyczne konstrukcji sprężonych i podają przegląd osiągnięć w skali światowej ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięć polskich. Należą tu przede wszystkim monografie [3], [4] i [9]. Monografia [3], która ukazała się w r. 1955, podaje obszerny, chronologicznie zestawiony wykaz piśmiennictwa światowego. Napisana wspólnie z S. KAUFMANEM, Cz. EIMEREM i Z. BYCHAWSKIM dwutomowa monografia [4] stanowi najobszerniejsze w Polsce i jedno z najobszerniejszych w literaturze światowej opracowań całokształtu zagadnień teoretycznych i technicznych z zakresu konstrukcji sprężonych; wiele uwagi poświęcono w niej takim zagadnieniom teoretycznym, jak reologia konstrukcji sprężonych, ujęcie probabilistyczne bezpieczeństwa konstrukcji, konstrukcje statycznie niewyznaczalne, oraz problemom technologicznym (metody uzyskiwa-

nia siły sprężającej), a także metodom obliczania poszczególnych typów konstrukcji. Nie tracąc z oczu technicznego wykorzystania uzyskanych wyników, Autor stara się wprowadzać je w życie. Celowi temu służy między innymi monografia [9], napisana wspólnie z S. KAUFMANEM i Cz. EIMEREM, a wydana przez «Arkady» w ramach serii *Budownictwo Betonowe*; omawia ona szczegółowo zagadnienia teorii i realizacji konstrukcji wstępnie sprężonych. Podobny cel miało opracowanie pierwszej obowiązującej u nas normy PKN, dotyczącej projektowania i wykonawstwa ustrojów sprężonych [157]. Szczegółowe, krytyczne omówienie dorobku światowego do r. 1955 z zakresu konstrukcji sprężonych zawiera praca [98], opublikowana jako wstępny artykuł przeglądowy w miesięczniku «Applied Mechanics Reviews». Dalszymi pracami przeglądowymi są [99], [129], [206], [210].

Wiele uwagi poświęcił profesor OLSZAK teorii elementów uzwojonych. Idea «poprzecznego» wzmocnienia elementów ściskanych, wykonanych z materiałów kruchych, została zapoczątkowana już w XIX wieku, jednak teoria tych elementów oparta o założenia liniowej sprężystości prowadziła do wyników całkowicie błędnych, sprzecznych z wynikami badań eksperymentalnych. Autor rozpoczął już w latach trzydziestych opracowywanie ogólniejszej teorii elementów uzwojonych, uwzględniając anizotropię i nieliniowość fizykalną materiału oraz efekty reologiczne. W okresie przedwojennym ukazały się na ten temat jedynie dwie krótkie prace [38] i [41]; większość badań z tego okresu została po znacznym ich uogólnieniu i rozszerzeniu opublikowana dopiero w r. 1960, [159], [160], [276], [277], [278]. W pracach [159] i [276] rozpatrywano stany użytkowe elementów uzwojonych, zakładając sprężystość odkształceń, ale uwzględniając anizotropię rdzenia. Określeniu sprężystych i plastycznych modułów i plastycznych modułów anizotropii rdzenia została poświęcona praca [277]. W pracach [160] i [278] rozpatrywano najważniejszy z punktu widzenia zastosowań problem nośności granicznej elementów uzwojonych. Stwierdzono możliwość występowania dwóch schematów zniszczenia, odpowiadających z osobna wyczerpaniu nośności rdzenia lub zbrojenia. Nośność graniczną rdzenia określono przy tym w oparciu o liniową obwiednię Mohra; przypadkom obwiedni parabolicznej poświęcił Autor odrębne prace [167] i [280], stwierdzając istotne różnice ilościowe i jakościowe.

Dalsze prace z zakresu elementów uzwojonych poświęcone są wstępnemu sprężeniu i efektom reologicznym. Efekt wstępnego sprężenia i możliwe fazy zniszczenia były badane w pracach [55] i [57]. Obszerne badania nad wpływem reologicznych własności materiałów na pracę elementów uzwojonych rozpoczął Autor w opublikowanych w r. 1954 pracach [86] i [249]. W opublikowanych wspólnie z A. STĘPNIEM pracach [171], [181], [183], [192] i [284] naświetlono wpływ pełzania i relaksacji rdzenia na pracę rozpatrywanych konstrukcji w oparciu o różnorodne teorie pełzania; szczególną uwagę zwrócono na teorię dziedziczenia N. Ch. ARUTIUNIANA, opisującą w sposób możliwie wierny zjawisko pełzania betonu. Praca [192] była referowana na VII Kongresie Międzynarodowego Stowarzyszenia Konstrukcji Mostowych (AIPC) w Rio de Janeiro w r. 1964. Wpływ fizykalnej nieliniowości rdzenia na stany użytkowe i nośność graniczną elementów uzwojonych został poddany szczegółowej analizie w pracach wspólnych z A. STĘPNIEM [195] i [229].

Do omawianej problematyki materiałów kruchych zaliczamy również kilka prac teorii rozprzestrzeniania się rys i szczelin. Pierwsza praca z tej dziedziny, [264], pochodzi z r. 1957.

W pracach [133] i [135] rozważał Autor przebieg zjawiska zarówno z punktu widzenia teorii sprężystości, jak i plastyczności. Przeprowadzone wspólnie z A. M. HAASEM i C. A. LOBRY DE BRUYNEM obszerne badania nad wpływem tworzenia się rys i pęknięć na korozję zbrojenia, [154], na sztywność zginania, [155], oraz propozycja normalizacji odnośnych przepisów, [156], były referowane na sympozjum RILEM w Sztokholmie w r. 1959.

6. Prace z innych dziedzin

Wymienionych pięć dziedzin obejmuje zasadnicze kierunki twórczości naukowej profesora OLSZAKA. Jednakże kilka prac, zarówno z najwcześniejszego okresu twórczości, jak i z lat ostatnich, nie mieści się w przyjętym schemacie. Należy tu na przykład pierwsza publikacja [11], z r. 1922, powstała w wyniku obserwacji poczynionych w czasie praktyki wakacyjnej przy budowie kolei Warszawice–Chybie, a podająca uproszczony sposób obliczania torów. Praca [12] dotyczy zagadnień parcia hydrodynamicznego na ruchome konstrukcje jazowe, podczas gdy szereg dalszych publikacji nawiązuje do zagadnień technicznych, z którymi Autor zetknął się z racji swej działalności inżynierskiej. Należą do nich prace [14], [32] i [33] dotyczące konstrukcji mostowych, prace [16], [17] i [26] związane z problematyką w zasadzie górniczą, interpretowaną jednak na tle teorii sprężystości.

Z nowszych prac sklasyfikujemy tu pozycję [89], opracowaną wspólnie z S. KAJFASZEM i J. PIETRZYKOWSKIM, a proponującą pewną nową metodę pomiaru wytrzymałości na rozciąganie materiałów kruchych. Wypada tu zaliczyć również pracę [182], dotyczącą badań elastooptycznych, napisaną wspólnie z B. LEWICKIM bardzo ogólną pracę [219] — formułującą obiektywne kryteria bezpieczeństwa konstrukcji, a przede wszystkim jedną z najnowszych publikacji [237], napisaną wspólnie z J. ZAWIDZKIM, dotyczącą nowoczesnej dziedziny biomechaniki. Autorzy zajęli się oceną wpływu indywidualnych własności nieliniowo sprężystych ciała badanego człowieka na wynik pomiarów ciśnienia krwi.

Liczne prace profesora OLSZAKA, mające charakter artykułów — dyskusyjnych, sprawozdawczych lub biograficznych — zostały oznaczone symbolem *D* w wykazie prac, natomiast nie zostały oddzielnie ujęte w obecnym opracowaniu.

Obszerłą pozycję stanowią również prace popularyzacyjne, tak cenione ostatnio w nauce światowej. Kilkanaście prac tego typu opublikował Autor w miesięcznikach, tygodnikach i dziennikach; dzięki swej aktualności i przystępności spotkały się one z uznaniem najszerzych kręgów czytelników.

Szczególnie bogaty jest również dorobek profesora OLSZAKA w zakresie prac redakcyjnych. Jest on jednym ze współzałożycieli i wieloletnim redaktorem pierwszego i najbardziej rozpowszechnionego czasopisma polskiego z zakresu mechaniki stosowanej, «Archiwum Mechaniki Stosowanej», ukazującego się od r. 1949 jako kwartalnik, a od r. 1957 jako dwumiesięcznik. Jest współzałożycielem i członkiem kolegium redakcyjnego Biuletynu Zagranicznego Polskiej Akademii Nauk w zakresie nauk technicznych; redaktorem «Rozpraw Inżynierskich» (1960–1970) i «Biblioteki Mechaniki Stosowanej», a ponadto bierze udział w wydawaniu kilku innych czasopism krajowych. Oddzielnie należy podkreślić szczególnie zaszczytne prace redakcyjne przy redagowaniu czasopism uka-

zujących się za granicą. Profesor OLSZAK jest współredaktorem dwumiesięcznika «Acta Mechanica», wydawanego w Austrii przez Springer-Verlag, oraz jest członkiem rad redakcyjnych «Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik» (Drezno-Berlin), «Journal de Mécanique» (Paryż), «International Journal of Non-Linear Mechanics» (Oxford) i kilku innych.

Należy podkreślić nie tylko rozległość działalności i tematyki Autora, lecz jednocześnie głębokość ujmowania poszczególnych zagadnień oraz stosowanie nowoczesnego i różnorodnego narzędzia matematycznego. Profesor WACŁAW OLSZAK nie tylko stworzył polską szkołę teorii plastyczności, nie tylko wniósł trwały wkład do rozwoju teorii sprężystości, reologii, mechaniki gruntów, teorii żelbetu i konstrukcji sprężonych, lecz referując swe prace na dziesiątkach kongresów międzynarodowych, publikując ogółem w 26 krajach, w 11 językach, wreszcie działając czynnie w licznych międzynarodowych organizacjach naukowych, szeroko rozślał osiągnięcia nauki polskiej w powyższych dziedzinach.